

## PITANJA IZ ARHITEKTONSKE AKUSTIKE I RASVJETE

1. Koja su dva osnovna načina tumačenja svjetlosti?

Svjetlost se može tumačiti na dva načina: u fizičkom i čulnom smislu. Prvi aspekt tumačenja zasniva se na fizičko-matematičkom tumačenju, dok je drugi pristup zasnovan na karakteristikama čovječijeg organa vida .....

2. Šta podrazumijevamo pod izrazom "optičko zračenje"?

Sa izrazom optičko zračenje podrazumijevamo onaj dio spektra elektromagnetskog zračenja koji se koristi u tehnici osvjetljenja.

Spektar optičkog zračenja podijeljen je u tri područja: ultraljubičasto zračenje, vidljivo zračenje (svjetlost) i infracrveno zračenje.....

3. Šta podrazumijevamo pod pojmom spektra?

Spektar je pojam koji se upotrebljava kada se želi prikazati udio talasnih dužina iz kojih je neko zračenje sastavljeno.

4. Koja je razlika između monohromatskog i kompleksnog zračenja?

5. Koja su dva osnovna načina proizvodnje vidljivog zračenja kod vještačkih svjetlosnih izvora?

-termičko zračenje i luminiscentno zračenje

6. Dati formulu za izračunavanje svjetlosnog fluksa izvora svjetlosti poznate funkcije spektralne raspodjele snage zračenja.

$$\Phi(lm) = 683 \int_{380nm}^{780nm} V(\lambda) P(\lambda) d\lambda$$

$V(\lambda)$  je relativna osjetljivost prosječnog ljudskog oka (CIE standardnog posmatrača) koje odgovara dnevnom (fotopskom) viđenju, dok je  $P(\lambda)$  (u vatima) funkcija raspodjele snage zračenja posmatranog izvora svjetlosti u vidljivom dijelu spektra.

7. Baloni tri izvora svjetlosti sa užarenom niti iste snage redom su crvene, zelene i ljubičaste boje. Koji od njih ima najveći svjetlosni fluks i zašto? Da li se može odgovoriti na pitanje koji od njih ima najmanji svjetlosni fluks?

Najveći svjetlosni fluks ima izvor svjetlosti sa balonom zelene boje, jer području ove boje odgovaraju vrijednosti relativne spektralne osjetljivosti ljudskog oka koje su višestruko veće od onih koje odgovaraju graničnim područjima spektra vidljivog zračenja - područjima crvene i ljubičaste boje.

Odgovor na drugo pitanje nije moguće dati, jer u okviru područja crvene i ljubičaste boje relativna spektralna osjetljivost ljudskog oka veoma zavisi od talasne dužine.

8. Nabrojati osnovne fotometrijske (svjetlotehničke) veličine.

- svjetlosni fluks,
- svjetlosni intenzitet,
- osvijetljenost i
- sjajnost.

9. Dati definiciju svjetlosnog intenziteta.

Svjetlosni intenzitet u pravcu  $\omega$  definiše se pomoću relacije

$$I_{\omega} = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

gdje je sa  $d\Phi$  označen elementarni svjetlosni fluks obuhvaćen elementarnim prostornim uglom  $d\omega$  oko pravca  $\omega$ . jedinica.....

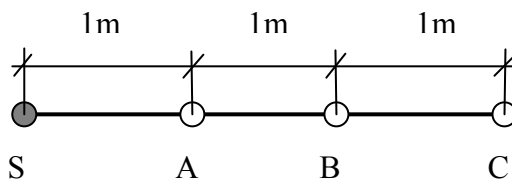
10. Definisati svjetlosnu iskoristivost izvora svjetlosti.

Svjetlosna iskoristivost izvora svjetlosti se definiše kao odnos svjetlosnog fluksa i aktivne električne snage izvora svjetlosti (jedinica ove veličine je lm/W). Kod izvora svjetlosti koj sadrže i predspojne uređaje, aktivna snaga ovih uređaja ne uzima se u obzir prilikom izračunavanja svjetlosne iskoristivosti.

11. Koja je teorijski maksimalna vrijednost svjetlosne iskoristivosti izvora svjetlosti i pod kojim bi (idealnim, nestvarnim) uslovima ona mogla da se postigne?

Teorijski maksimalna vrijednost svjetlosne iskoristivosti izvora svjetlosti iznosi 683 lm/W, a postigla bi se kada ne bi bilo gubitaka na kondukciju i konvekciju i kada bi cjelokupno zračenje bilo monohromatsko, talasne dužine 555 nm, pri kojoj je spektralna osjetljivost ljudskog oka maksimalna - jednaka jedinici.

12. Na slici je prikazan izvor svjetlosti S, snage  $P=100W$  i svjetlosne iskoristivosti 13,5 lm/W. Izračunati svjetlosne intenzitete i osvijetljenosti u tačkama A, B i C.



Svjetlosni fluks posmatranog tačkastog izvora svjetlosti iznosi

$$\Phi_{iz} = \eta_{iz} P_{iz} = 13,5 \text{ lm/W} \cdot 100W = 1350 \text{ lm}$$

Svjetlosni intenzitet je jednak u svakoj tački posmatranog pravca (koji prolazi kroz tačku S), a kako se radi o tačkastom izvoru svjetlosti, on iznosi

$$I_A = I_B = I_C = \frac{\Phi_{iz}}{\Omega} = \frac{1350 \text{ (lm)}}{4\pi \text{ (sr)}} = 107,4 \text{ cd}$$

Osvjetljenje u tački A iznosi

$$E_A = \frac{I_A}{r_{S-A}^2} = \frac{107,4 \text{ cd}}{1 \text{ m}^2} = 107,4 \text{ lx}$$

dok su osvijetljenosti u tačkama B i C

$$E_B = \frac{I_B}{r_{S-B}^2} = \frac{107,4 \text{ cd}}{2^2 \text{ m}^2} = 26,85 \text{ lx}, \quad E_C = \frac{I_C}{r_{S-C}^2} = \frac{107,4 \text{ cd}}{3^2 \text{ m}^2} = 11,93 \text{ lx}$$

(kao što se uočava osvijetljenost opada sa kvadratom rastoja od izvora svjetlosti do posmatrane tačke).

### 13. Definisati sjajnost neke svjetleće površine.

Sjajnost (L) neke svjetleće površine se u zadatom pravcu definiše kao odnos svjetlosnog intenziteta koji u datom pravcu proizvodi elementarna svjetleća površina. Sjajnost je jedina fotometrijska veličina koju oko neposrdno osjeća, pa predstavlja mjerilo svjetlosnog utiska. jedinica.....

### 14. Definisati temperaturu boje izvora svjetlosti.

Temperatura boje izvora svjetlosti definiše se kao ona temperatura crnog tijela pri kojoj je njegov spektar najbliži spektru posmatranog izvora svjetlosti. Da bi se ona odredila, neophodno je da se, primjenom relativno složenog postupka, izračunaju koordinate tačke koja posmatrani izvor svjetlosti predstavljaju u dijagramu boja.....

### 15. Od čega zavisi boja nekog tijela?

Boja nekog tijela zavisi od spektralne raspodjele snage zračenja izvora svjetlosti koji to tijelo osvjetljavaju, kao i od apsorpcionih karakteristika površine tijela. Dakle, boja tijela nije apsolutna kategorija, već se mijenja sa promjenom spektralnih karakteristika izvora svjetlosti koji to tijelo osvjetljavaju.....

### 16. Objasniti zbog čega je indeks reprodukcije boje izvora sa užarenom niti iznosi 100.

Međunarodno je usvojeno da indeks reprodukcije boje izvora svjetlosti bude utoliko veći (sa maksimalnom vrijednošću 100) ukoliko su boje predmeta koje se pojavljuju pri svjetlosti tog izvora bliže "prirodnim". Prilikom određivanja indeksa reprodukcije boje nekog izvora svjetlosti, on se poredi sa tzv. referentnim izvorom za koji je usvojeno da idealno reprodukuje boje predmeta (dobijaju se njegove "prirodne" boje), usled čega mu je dodijeljena maksimalna vrijednost indeksa reprodukcije boje (100). Pri tome je usvojeno da je za određivanje indeksa reprodukcije boje izvora svjetlosti čija je pridružena temperatura boje  $T > 5000 \text{ K}$  referentni izvor dnevna svjetlost, dok je za izvore svjetlosti za koje je  $T < 5000 \text{ K}$  kao referentni izvor izabrano crno tijelo.

Pošto je temperatura boje izvora sa užarenom niti oko  $3000 \text{ K}$ , i pošto volframova nit praktično zrači kao crno tijelo, oni predstavljaju grupu referentnih izvora, usled čega je njihov indeks reprodukcije boje 100.

17. Objasniti zbog koja dva razloga isparavanje volframove žice izvora sa užarenom niti dovodi do smanjenja svjetlosnog fluksa izvora ovog tipa.

Usled isparavanja volframove žice izvora sa užarenom niti dolazi do smanjenja svjetlosnog fluksa izvora ovog tipa iz dva razloga:

- tanji se volframova nit, usled čega se povećava njena otpornost, odnosno smanjuje struja i snaga sijalice, pa se smanjuju i temperatura niti i emitovani svjetlosni fluks, i
- isparene čestice volframa se talože na unutrašnjoj strani staklenog balona, smanjujući njegovu propustljivost za vidljivo zračenje.

18. Kojoj grupi izvora svjetlosti pripadaju halogene sijalice?

19. Da li fluorescentne sijalice pripadaju grupi izvora svjetla sa pražnjenjem visokog pritiska?

20. Zbog čega dolazi do smanjenja svjetlosnog fluksa fluo cijevi u toku njene eksploatacije.

U toku eksploatacije, svjetlosni fluks fluo cijevi smanjuje se usled:

- promjena koje nastaju na fluorescentnom sloju, i
- taloženja čestica termoemisionog materijala elektroda, koje dovodi do smanjenja propusne moći krajeva fluo cijevi.

21. Uobičajen podatak je da je vijek trajanja fluo cijevi je 7500h. Međutim, poznato je da one ponekad rade i po 20 000h. Od čega prevashodno zavisi vrijeme njihovog trajanja?

Vrijeme trajanja fluo cijevi prvenstveno zavisi od broja uključenja, jer se prilikom svakog od njih gubi dio termoemisionog sloja kojim su obložene elektrode.

22. Koja je osnovna prednost natrijumovih izvora svjetla niskog pritiska?

Najveća prednost ovih izvora svjetla je visoka svjetlosna iskoristivost (čak 200 lm/W). On je posledica gotovo monohromatskog spektra zračenja ovog tipa izvora. U okviru dvije spektralne linije talasnih dužina 589 i 589,6nm se emituje preko 90% energije vidljivog zračenja ovih izvora. Zbog veoma loše reprodukcije boja, natrijumovi izvori niskog pritiska se prije svega primjenjuju za osvjetljavanje saobraćajnica.

23. Koji su osnovni zahtjevi koje treba da ispune svjetiljke?

Svjetiljke su naprave koje treba da ispune veći broj zahtjeva od kojih su najvažniji:

- nošenje i pogon izvora svjetlosti
- postizanje željene raspodjele svjetlosnog fluksa
- smanjenje sjajnosti izvora svjetla
- zaštita izvora svjetla i dodatne opreme
- održavanje radne temperature

- jednostavna montaža i održavanje
- visok stepen iskorišćenja
- prijatan estetski izgled

24. Koji su osnovni svjetlotehnički djelovi svjetiljki?

Reflektori....., refraktori....., difuzori....., štitnici.... i filteri.....

25. Navesti podjelu svjetiljki prema distribuciji svjetlosnog fluksa?

26. Navesti minimalne nivoe osvijetljenosti u unutrašnjim prostorima (komunikacijskim i radnim)?

27. Navesti neke od metoda izračunavanja i ocjenjivanja svjetlotehničkog proračuna unutrašnjeg osvjjetljenja?

28. Šta je svjetlosno zagađenje?

Svjetlosno zagađenje (eng. "light pollution") je svaka nepotrebna, nekorisna emisija svjetlosti u prostor izvan zone koju je potrebno osvijetliti (ceste, ulice, trga, reklama, spomenika..), do koje dolazi zbog upotrebe neekoloških rasvjetnih tijela, većinom još i nepravilno postavljenih. Noću, iznad horizonta, manjih i većih naselja uzdižu se prave "gljive" narandžasto-bijelo-žute boje svjetlosti javne i druge rasvjete koju neekološki, nekontrolisano, štetno i beskorisno prema horizontu, odnosno prema nebu isijavaju neekološka rasvjetna tijela. Tako dolazi do poosvjjetljenja prirodnog noćnog fona neba, nestanka zvijezda, odnosno nestanka noći.

## PITANJA IZ AKUSTIKE

29. Šta je zvuk?

Pošto je akustika nauka o zvuku, na početku treba utvrditi i definiciju zvuka. Definicija koja je danas najopštije prihvaćena i koja pokriva sve njegove pojavne oblike glasi:

zvuk je svaka vremenski promjenljiva mehanička deformacija u elastičnoj sredini. Akcent u definiciji zvuka je na vremenskoj promjenljivosti deformacija. Naime, moguće su deformacije u elastičnim sredinama koje su vremenski nepromjenljive i one, kao takve, nijesu zvuk. Tu, na primer, spadaju razni oblici plastičnih deformacija materijala. Zvuk ne može postojati u vakuumu, jer nema mase koja bi mehanički oscilovala, i u amorfnim tijelima, jer nema unutrašnjih elastičnih sila da vraćaju sredinu u početno stanje nakon nastanka deformacije.

30. Šta su to zvučni talasi?

- To su mehanički talasi koji nastaju kada dođe do poremećaja stacionarnog stanja čestica neke elastične sredine
- poremećaj ravnotežnog stanja čestica opisuje se njihovim pomjeranjem, brzinom oscilovanja, a kao posledica javlja se lokalna promjena pritiska i gustine
- poremećaj nastao u jednoj tački se širi kroz prostor u vidu zvučnih talasa

31. Navesti vrste talasnih frontova i tipove talasa?

Zavisno od toga kako je poremećaj nastao i u kakvoj sredini imamo različite tipove zvučnog talasnog fronta:

- RAVANSKI TALAS – cijevi sa glatkim zidovima – prostire se samo duž jedne koordinate
- SFERNI TALAS – pulsirajuća lopta – širi se koncentrično od izvora
- **Transverzalni talasi** čestice sredine osciluju normalno na pravac prostiranja poremećaja, pojavljuju se u čvrstim tijelima
- **Longitudinalni talasi** čestice sredine osciluju u pravcu prostiranja poremećaja pojavljuju se u gasovitim i tečnim sredinama

32. Objasniti pojam akustičkog ili zvučnog pritiska i razliku u odnosu na lokalni atmosferski pritisak?

Oscilovanje čestica dovodi do promjene lokalnog atmosferskog pritiska (  $\approx 10^5$  Pa )

- varijacije atmosferskog pritiska se kreću od nekoliko djelova Pa do 1000 Pa
  - normalnom govoru odgovaraju varijacije reda 0,1 Pa
35. Koliko iznosi brzina zvuka u vazduhu i kako se mijenja u funkciji temperature vazduha?

$$c = c_0 \sqrt{\frac{T(K)}{273}}$$

0°C - 331m/s;

32 °C - 350m/s; Usvojena vrijednost 340 m/s

36. Šta je to akustička brzina i koje pomjeranje ona opisuje?

To je brzina koju čestica ima pri oscilovanju. Ona dovodi do promjene gustine vazduha u pojedinim tačkama zvučnog polja. Promjena gustine srazmjerna je na određeni način promjeni vazdušnog pritiska. Izazvane promjene stalnog atmosferskog pritiska nazivaju se zvučnim (akustičnim) pritiskom.

37. Ako je osnovni frekvencijski opseg zvučnog signala od 20Hz-20kHz, odrediti opseg talasnih dužina zvučnog signala?

$$f = 20\text{Hz} \quad \lambda = \frac{c}{f} = \frac{340}{20} = 17\text{ m}$$

$$f = 20\text{kHz} \quad \lambda = \frac{c}{f} = \frac{340}{20000} = 1,7\text{ cm}$$

38. Kako se u akustici naziva odnos akustičkog pritiska i akustičke brzine?

Specifična akustična otpornost ( $\rho c = 414$  SI)

39. Dati definiciju intenziteta zvuka , kao i snagu zračenja tačkastog zvučnog izvora.

Proizvod zvučnog pritiska  $p$  i brzine čestice  $v$  daje snagu po jedinici površine. Ova

$$J = p v = \frac{p^2}{\rho c} \quad \left[ \frac{W}{m^2} \right] \qquad P_a = 4\pi r^2 J = \frac{4\pi r^2 p^2}{\rho c} \quad [W]$$

veličina se naziva intenzitetom zvuka i obilježava sa J.

Akustična snaga zračenja zvučnog izvora u slučaju tačkastog izvora

40. Šta je Decibel ? Definisati nivo zvučnog pritiska.

Decibel je jedinica kojom se upoređuju dvije veličine. On predstavlja relativnu mjeru ka pokazje odnos dvije vrijednosti iste veličine.

$$L = 20 \log \frac{P}{p_o} \qquad \text{gdje je } p_o = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$$

govor 0,1Pa - 74dB, prag promjene koji uho registruje je reda veličine 3dB

41. Kolika je brzina oscilovanja čestica i nivo zvučnog pritiska pri zvučnom pritisku od 0,2 Pa?

42. Objasniti pojmove disipacije i refrakcije zvučnog talasa?

43. Objasniti pojmove refleksije i difrakcije zvučnog talasa?

44. Definisati koeficijent apsorpcije? Koji su materijali idealno "kruti" sa aspekta apsorpcije?

45. Šta je to apsorpcija ili upijanje i kako se definiše?

Površina otvora A za koje je  $\alpha=1$ , treba da je tolika da oni propuste istu onu količinu zvučne energije koju bi taj materijal apsorbovao cijelom svojom površinom S. Treba da bude  $A = \alpha S$ . Veličina A karakteristična je za određeni materijal, za površinu određene veličine i naziva se apsorpcijom ili upijanjem. A se mjeri u  $m^2$ .

46. Kako se definiše prosječni intenzitet zvuka?

47. Šta je to vrijeme reverberacije i kako se određuje?

48. Da bi neka prostorija po subjektivnoj ocjeni imala dobre akustične osobine koje kriterijume je potrebno da ispuni ?

49. Od kog je značaja difuznost prostorije na uslove slušanja i šta na nju utiče?

50. Pojava odjeka (eho)?

51. Izolacija od spoljne buke?